

TEMA 4 – MEDICIÓN DIRECTA DE LONGITUDES

1. Procedimientos expeditivos y regulares

La determinación de distancias puede hacerse en forma directa o indirecta. Lo hacemos en forma directa cuando obtenemos su valor por aplicación sucesiva en toda su extensión, de la unidad de medida o un múltiplo o submúltiplo de ésta; mientras que lo realizamos en forma indirecta cuando nos valemos de otras determinaciones que nos permitan, sin aplicar el elemento de medición sobre la línea a medir y obtener por cálculo su longitud.

La medición directa de distancias puede efectuarse de las siguientes maneras:

1) Métodos expeditivos: Recorriendo la línea caminando, y contando los pasos dados. (se estima que el hombre cada dos pasos recorre su altura). El error relativo que cometemos es del orden de 1/100, dependiendo principalmente del tipo de terreno (arena, tierra suelta, compactada, etc.), del valor de su pendiente y del sentido en que se la recorre (ascendente o descendente). Long. Paso = long. Metros / N° pasos

Otro método consiste en contar las vueltas que da una rueda al hacerla rodar por la alineación a medir (odómetro).

2) Medición con instrumental de precisión: En la mayor parte de los trabajos topográficos debemos obtener las distancias con errores menores que los que pueden esperarse con la aplicación de los métodos anteriores. Para ello se recurre a instrumental adecuado que además facilita la operación.

2. TRAZADO DE ALINEACIONES Y VERTICALIZACION

2.1. Jalón

Son bastones rectos de unos 2,50 m. de longitud; 2,5 a 3 cm. de diámetro; de sección circular (metálico y fibra) u octogonal (madera). En su extremo inferior llevan un azuche de hierro para facilitar su hincamiento. Están pintadas franjas alternadas de colores blanco y rojo para facilitar su visibilidad, de 25 cm de largo.

Jalón metálico compuesto por dos tramos enchufables de 1.25 m.



Jalón telescópico de 3 tramos de 3 metros de altura



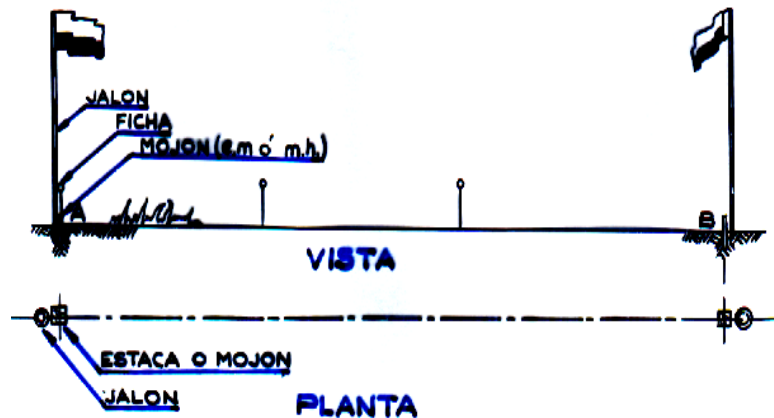
Mini jalones 30 cm



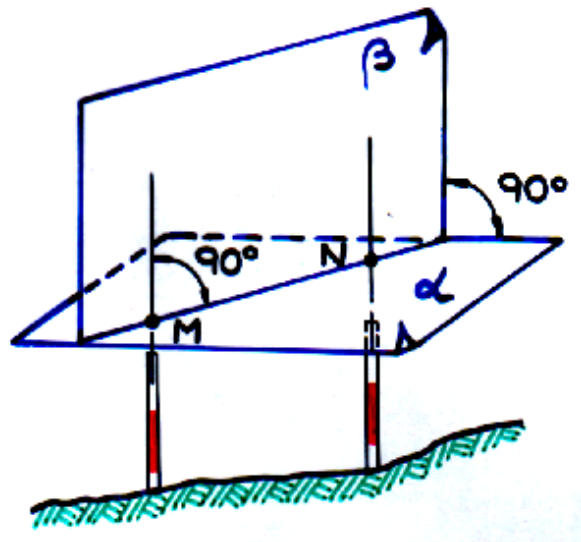
2.2. Alineación

Definimos como alineación recta a la intersección con el terreno de un plano vertical que pase por dos puntos dados. Para materializarla hincamos un jalón en cada extremo de la misma. Puede ocurrir que dichos jalones queden muy distanciados, siendo necesario entonces colocar otros intermedios. A esta operación se le llama "rellenar" la alineación y para ello el operador se coloca detrás de uno de los jalones observando el otro extremo a "ojo desnudo", e indica a un ayudante la ubicación de los jalones intermedios.

Si en lugar de tener que rellenar una alineación tuviéramos necesidad de prolongarla se procede en forma análoga.



Definidos en el terreno los vértices del polígono por medio de estacas o mojones, pasaremos a medir sus lados. Para ello trataremos de establecer las alineaciones determinadas por dos vértices consecutivos es decir, los lados del polígono. Recordando que consideramos plana la superficie de representación de nuestro polígono, podemos decir que cuando se verticaliza un jalón en un vértice se está materializando una recta que, pasando por ese punto, es perpendicular al plano de referencia.



α = plano horizontal de referencia \perp plano β

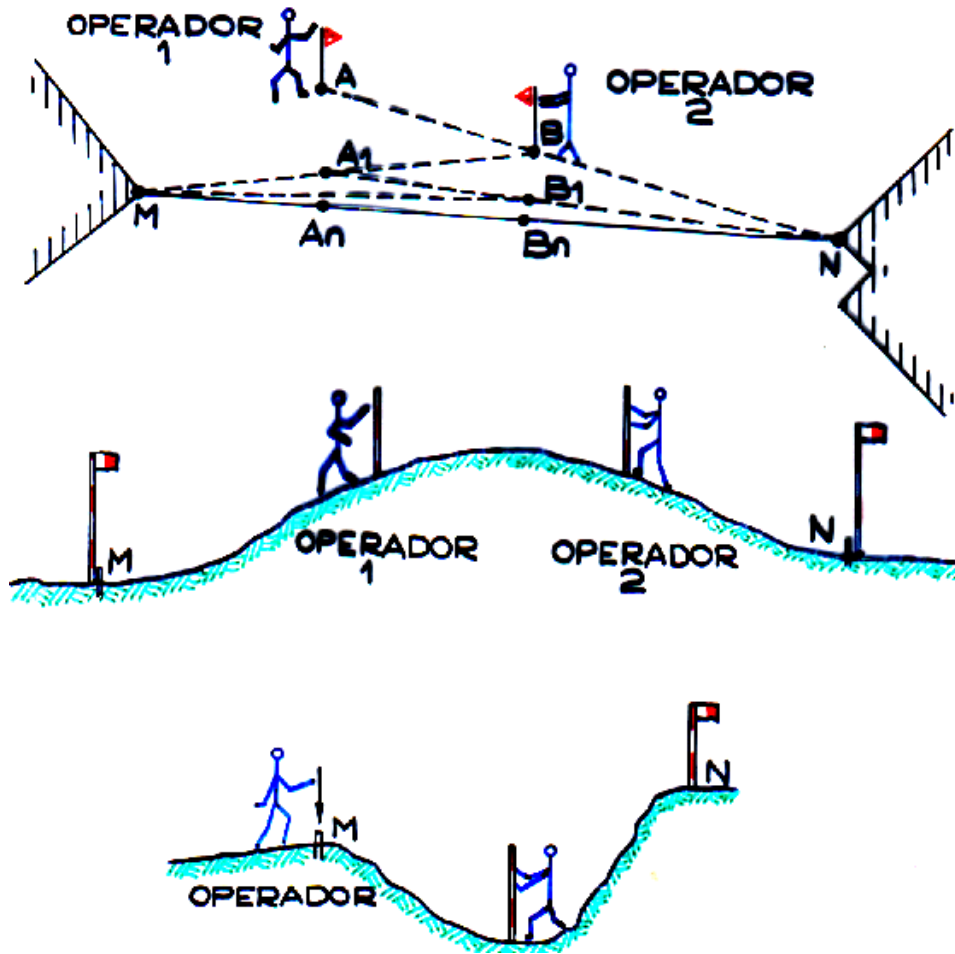
Si se colocan jalones correctamente verticalizados en dos vértices consecutivos, existirá un plano vertical que los contenga y su intersección con el plano horizontal de referencia definirá la recta que une los dos vértices. Así podemos materializar o señalar en el terreno cada uno de los lados del polígono a medir.

Generalmente, para que el operador pueda transportar la cinta siguiendo perfectamente cada alineación, habrá que intercalar todos aquellos jalones que sean necesarios para asegurar su intervisibilidad.

Si hay visual entre los extremos de una línea, será fácil colocar jalones intermedios, pues el operador ubicado en un vértice podrá, con señas claras, indicarle a su ayudante los desplazamientos que deberá efectuar con el jalón intermedio para que quede alineado.

En caso de no ser intervisibles los extremos, se efectuará una alineación desde el medio o alineación recíproca, atendiendo al siguiente esquema de movimientos:

Sea colocar dos jalones intermedios en la línea MN.



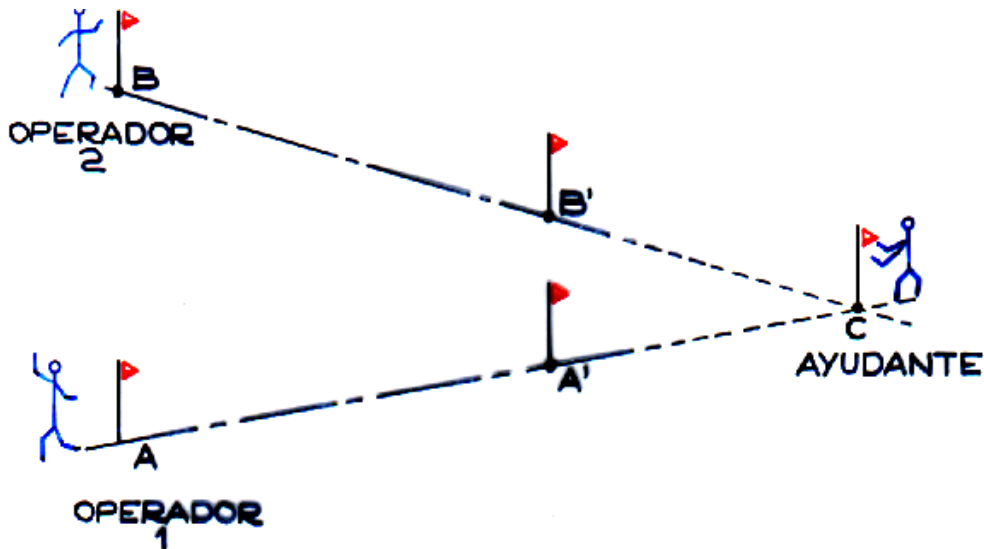
El operador 1 coloca un jalón en el punto A, lo más cerca posible de la alineación correcta. Desde allí le indica al operador 2 que coloque el jalón en la posición B, alineado con el punto N. Luego, el operador 2 alinea el jalón sostenido por el operador 1 (posición A₁) con el vértice M. Continuando con este procedimiento, llega un momento en que ambos jalones intermedios están alineados simultáneamente con los puntos extremos.

Este procedimiento se utiliza también cuando hay desniveles intermedios que impiden la visual entre los extremos.

Cuando se trate de alinear un punto intermedio situado en una depresión, un método a utilizar será el instalarse el operador, con una plomada, en uno de los vértices. Desde allí, visualizando el hilo de la plomada suspendida y el jalón colocado en el extremo, hará desplazar el jalón intermedio sostenido por el ayudante hasta que su imagen coincida con la del hilo de la plomada.

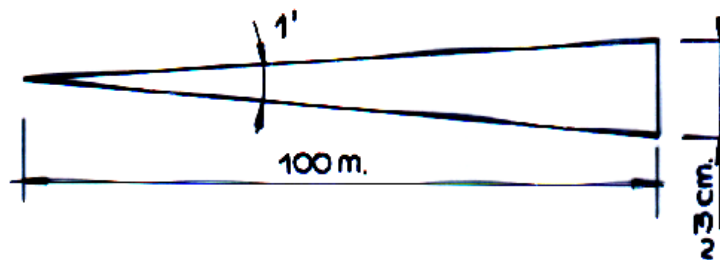
3. PROLONGACION DE DOS ALINEACIONES

Si tenemos dos alineaciones como las AA' y BB', y deseamos colocar un jalón en el punto de intersección de ellas, punto C,



Se debe proceder de la siguiente manera: el operador 1 alinea al jalón que sostiene el ayudante en la dirección AA', luego el operador 2 alinea al ayudante con la dirección BB', teniendo cuidado de que el ayudante se desplace sobre la dirección AA', repitiendo el proceso cada vez con mayor aproximación al punto C, finalmente el jalón quedará alineado simultáneamente con las direcciones AA' y BB', quedando así materializada la intersección entre las dos alineaciones.

Conviene destacar que, a 100 m de distancia, el espesor de un jalón (aproximadamente 3 cm) equivale a un ángulo de un minuto.

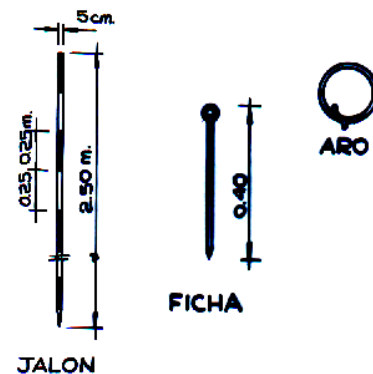


A esa distancia y a ojo desnudo es fácil advertir cuando un jalón se separa de la línea en una distancia mayor que su propio espesor.

Podemos decir entonces que, en esas condiciones, lograremos alineaciones con un error menor que 1'.

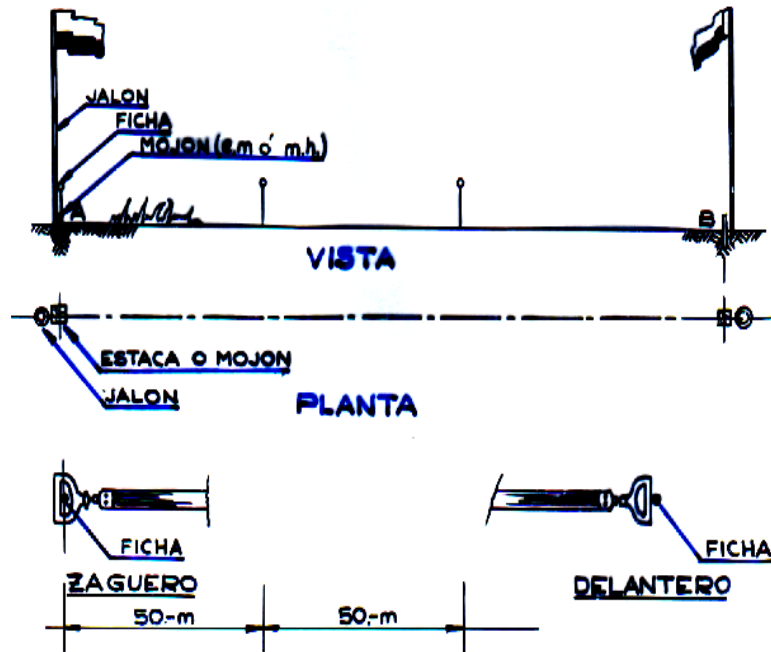
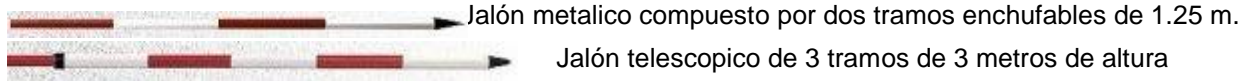
4. INSTRUMENTALES UTILIZADO

4.1. Juego de fichas: Una ficha es una varilla de metal con uno de sus extremos aguzado y el otro terminado en forma de anillo, sus dimensiones son: largo 30 a 40 cm., diámetro 4 a 5 mm. Un juego consta de 11 fichas y dos aros porta fichas.

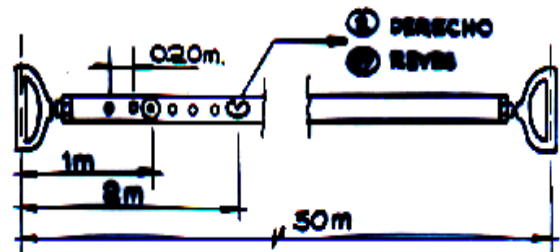




Nivel esférico de mano



4.2. Cinta de agrimensor: Está constituida en esencia por un fleje de acero de buena calidad cuyas dimensiones más usuales son: ancho 10 a 15 mm., espesor 0,4 a 0,5 mm. longitud 50 ó 100m. Para su uso debe sacarse totalmente de la caja en que se guarda, extendiéndola cuidadosamente evitando la formación de nudos o quiebres que puedan fracturarse. Está marcada de la siguiente forma: cada 2 m. tiene una chapita elíptica en la que figuran su distancia en metros a ambos extremos de la cinta; cada metro un remache grande y cada 0,2 m. un remache chico.



Posee una manija en cada extremo, siendo la longitud total la que existe entre los ejes de dichas manijas, o entre sus bordes exteriores, según los tipos de cintas.

4.3. Cinta de fibra de vidrio de caja abierta, de poco peso, flexible, larga duración, lavables, no conductoras de la



electricidad v resistentes a la abrasión. Modelos de 50 m v 100 m

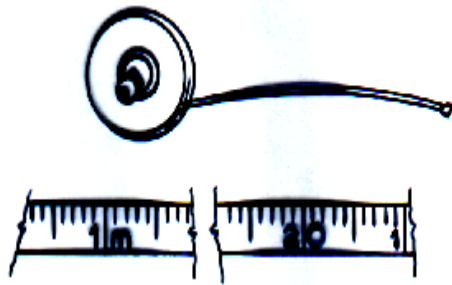


Cinta de acero cubierta con polímero.

Modelo de cruceta

Las cintas de lienzo y nylon son muy frágiles y tienen grandes deformaciones con la tensión y la temperatura, por lo que se deben utilizar solo en levantamientos preliminares o de baja precisión. Prefiriéndose las cintas de acero por su menor deformación y resistencia para trabajos de mayor precisión.

4.4. Ruleta o rodete: Son cintas, que se denominan así por el sistema de recuperación en su caja de resguardo. Su longitud, generalmente, es menor que las de agrimensur. Vienen de 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15, 25, 30 y 50 metros; para facilitar la medición de pequeñas longitudes están marcados los centímetros y en algunas están señaladas los milímetros. Generalmente se construyen de acero. En el proceso de medida, las cintas son sometidas a diferentes tensiones y temperaturas, por lo que dependiendo del material con el que han sido construidas, su tamaño original variará. Por esta razón, las cintas vienen calibradas de fábrica para que a una temperatura, tensión y condiciones de apoyo dadas, su longitud sea igual a la longitud nominal.



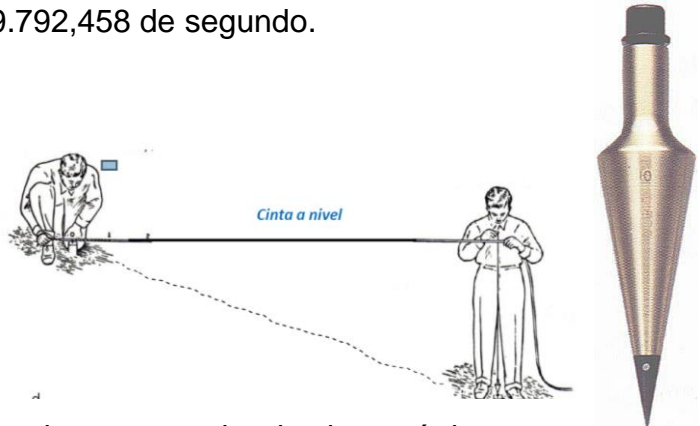
Las cintas métricas empleadas en trabajos topográficos deben ser de acero, resistentes a esfuerzos de tensión y a la corrosión.

4.5. Cintas y alambres de invar: Se los utiliza en las operaciones topográficas cuando se requiere una precisión mayor que la que podemos obtener con las cintas de acero. El invar es una aleación de hierro y níquel (36% de Ni) que tiene la propiedad fundamental de tener coeficiente de dilatación tan pequeño, que se puede considerar prácticamente nulo ($= 0,000001$).

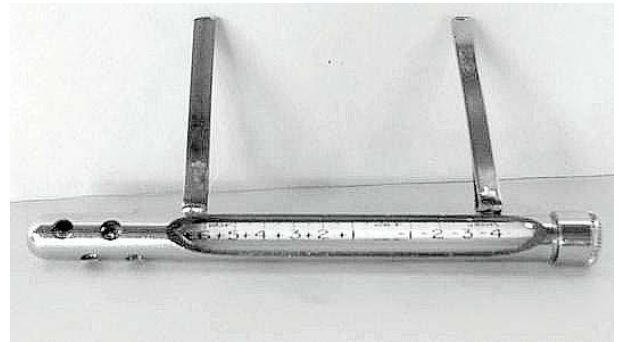
4.6. Patrón: el 20 de Octubre de 1983 al metro fue redefinido en función de la velocidad de la luz (299.792,792 m/s) como la longitud del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo $1/299.792,458$ de segundo.

4.7. Accesorios:

4.7.1. Plomada: Instrumento con forma de cono, construido generalmente en bronce, con un peso que varía entre 225 y 500 gr, que al dejarse colgar libremente de la cuerda sigue la dirección de la vertical del lugar, por lo que con su auxilio podemos proyectar el punto de terreno sobre la cinta métrica.



4.7.2. Termómetro: Como se mencionó previamente, las cintas métricas vienen calibradas por los fabricantes, para que a una temperatura y tensión dada su longitud sea igual a la longitud nominal. En el proceso de medida de distancias, las cintas son sometidas a condiciones diferentes de tensión y temperatura, por lo que se hace necesario medir la tensión y temperatura a las cuales se hacen las mediciones para poder aplicar las correcciones correspondientes. El termómetro utilizado en la medición de distancias con cinta



viene graduado en grados centígrados, con lecturas que varían entre -40 a $+50$ °C de grado en grado, colocado, para su protección, en una estructura metálica de aproximadamente 14 cm de largo, la cual se ajusta a la cinta mediante dos sujetadores.

4.7.3. Tensiómetro. Es un dispositivo que se coloca en el extremo de la cinta para asegurar que la tensión aplicada a la cinta sea igual a la tensión de calibración, evitando de esta manera la corrección por tensión y por catenaria de la distancia medida.



5. EJECUCION PRACTICA DE LA MEDICION CON CINTA

Dados los puntos A y B entre los cuales se quiere determinar la distancia existente, la primera operación consiste en materializar la alineación que ellos determinan, tal como se ha indicado precedentemente. Luego se procede a medirla. Para ello el equipo de medición debe estar integrado como mínimo, por dos operadores que designaremos zaguero y delantero, que dispondrán de una cinta de agrimensor y un juego de fichas. Inicia la medición el zaguero clavando una de ellas en el extremo A. Luego avanza el delantero hacia B llevando un extremo de la cinta y un aro conteniendo las diez fichas restantes, quedándose el zaguero con el otro aro. Cuando la cinta queda extendida, el zaguero, que es el que dirige las operaciones coloca la manija trasera de manera que la ficha quede dentro de ella en contacto con su borde y pisando el extremo de la cinta,

impide con la parte externa de la pantorrilla, que la ficha se incline al tensar la cinta el delantero. Este hinca a su vez una ficha tangente a la parte externa de la manija, con lo que queda concluida la primera cintada. Luego el delantero avanza hacia B; el zaguero recoge la ficha colocada en A, la inserta en el aro y se desplaza hasta la próxima ficha. La operación se repite hasta que al delantero no le queden más fichas; entonces espera al zaguero y proceden a intercambiar sus aros controlando que estén las 10 fichas, además de la clavada. Han recorrido una distancia llamada "tiro" (500 m para cinta de 50 m). Cuando llegan al extremo B de la línea la longitud de la misma estará dada por el número de tiros multiplicados por 500 m., más el número de fichas del zaguero por la longitud de la cinta, más la fracción que se lea desde la última ficha clavada, (obsérvese que la ficha clavada no debe contabilizarse, razón por la cual el juego consta de 11).

Como regla práctica para leer correctamente, el observador debe colocarse frente a la cinta de forma tal que el origen del segmento a medir, quede a su izquierda, y leer en la chapita ovalada el valor que se presente en posición derecha. La longitud total leída deberá reducirse al horizonte para obtener la distancia topográfica AB.

Si el terreno es ondulado se lo divide en tramos de pendiente uniforme y se calculan las longitudes parciales reducidas.

En general, si la línea a medir es sensiblemente horizontal no será necesario efectuar esta corrección. (Este problema es similar al de "falta de alineación" que se trata más adelante).

6. ERRORES SISTEMATICOS EN LA MEDICION CON CINTA

Errores Sistemáticos:

Error por falta de contraste:
 Error por falta de alineación
 Error de catenaria
 Error por temperatura
 Error de tracción:

6.1. Error por falta de contraste:

Ej: Long. de contraste = 49,997 m. Longitud atribuída erróneamente durante la medición = 50,00 m., por lo cual siempre se miden 3mm. de más por cada cintada. (error positivo).

No debe utilizarse una cinta sin conocer su longitud contrastada, máxime si ha sufrido roturas con las consiguientes reparaciones. Dicho contraste debe efectuarse aunque sea en forma expeditiva, comparándola con una cinta nueva de la cual se posea el certificado de contraste correspondiente. Procediendo con cierto cuidado es posible determinar su longitud con una vacilación de 2 ó 3 mm., suficiente en la mayoría de los casos.

Existen organismos técnicos oficiales que realizan el contraste con un error medio de ± 1 mm. ("Certif. de Verificación Primitiva" del Dpto. de Pesas y Medidas Minist. de Economía)

6.2. Error por falta de alineación: Cuando el delantero no está bien alineado, al clavar la ficha lo hace fuera de la alineación, cometiendo un error acumulativo, siendo en todos los casos la longitud real menor que la medida. (Error positivo).

$$l^2 = l'^2 + a^2 = (l - \Delta l)^2 + a^2$$

Efectuando el cuadrado del binomio, eliminando los términos que se anulan y multiplicando en ambos miembros por $l/\Delta l$, obtenemos que :

$$\Delta l = a^2 / (2l - \Delta l)$$

Si en el denominador despreciamos Δl , dada su pequeñez frente a $2l$, nos queda finalmente:

$$E_{al} = \Delta l = a^2 / 2l$$

Obsérvese que esta expresión es válida también para el caso en que a sea el desnivel entre los extremos de la cinta.

6.3. Error de catenaria: Cuando la cinta no asienta sobre el terreno quedando suspendida de sus extremos, adopta la forma de una catenaria, originándose un error que como el anterior es también acumulativo, siendo la longitud real menor que la medida.

$$E_c = l - c = (c^3 \cdot p^2) / (24 \cdot F^2)$$

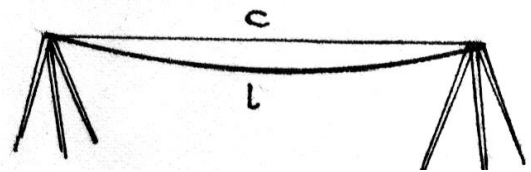
Siendo:

c : longitud de la cuerda

l : longitud de la cinta

p : peso por unidad de longitud de la cinta

F : fuerza aplicada



Este error es tenido en cuenta en las mediciones de gran precisión, como las que se efectuaban en Geodesia, con la cinta suspendida entre triépoles. Es poco frecuente en Topografía.

6.4. Error por temperatura: Como la cinta se dilata y se contrae por efecto térmico origina un error, en relación a su temperatura de contraste.

$$l_t = l_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

Siendo :

$$\Delta l = l_t - l_0$$

$$\Delta l = l_0 \alpha \cdot \Delta t$$

l_0 : longitud de contraste

l_t : longitud de la cinta a $t^\circ C$

α : coeficiente de la dilatación lineal ($\alpha \cong 1/80.000$ a $1/100.000$)

Δt : diferencia entre la temperatura de contraste y la de la cinta.

Esta variación lineal $\Delta l = l_t - l_0$ es de aproximadamente 0,5 mm. por cintada y por grado de diferencia de temperatura.

6.5. Error de tracción: Al contrastarse una cinta nueva se consigna generalmente en una de sus manijas el valor de la fuerza de tracción aplicada (también

su temperatura). Si hay diferencias con dicho valor, cuando se tensa en el terreno, se origina un error que está dado por:

$$E_{Tr} = (\Delta F \cdot l) / E \cdot S$$

ΔF : diferencia entre la fuerza aplicada y la de contraste.

E : módulo de elasticidad o de Young = $2,10^6$ kgr./cm²

S : sección de la cinta

l : longitud de la cinta

Tiene también como valor aproximado 0,5 mm por cintada y por kg. de diferencia entre la fuerza aplicada y la de contraste.

• En general se toman para **nuestro país 20°C y 5 kg. como temperatura y tracción de contraste**, respectivamente.

De todos los errores sistemáticos consignados precedentemente el más importante es el producido por la temperatura; en cuanto a los errores por tracción y catenaria, además de su menor incidencia, tienden a compensarse mutuamente.

7. ERRORES ACCIDENTALES

Los errores de la naturaleza accidental en la medición directa de longitud son de menor incidencia, que los sistemáticos. Entre aquellos, el más importante es el debido a la falta de coincidencia entre los extremos de la cinta, al ser ésta colocada sucesivamente a lo largo del segmento a medir. Cuando el terreno es llano y el suelo consistente, la magnitud del error es pequeña, pues hay firmeza y seguridad en la colocación de las fichas. Pero en la generalidad de los casos ello no ocurre así, debido a distintas circunstancias: suelos con vegetación, arenosos, barrocos o pedregosos. O bien con desniveles u obstáculos que, aunque de pequeña altura, obligarían a un quiebre de la cinta, tanto más pronunciado cuanto más cercano se halle del extremo de la cinta.

En tal supuesto la expresión $\Delta l = a^2 / 2 l$ indica que el error sistemático puede ser importante para un valor de " l " pequeño.

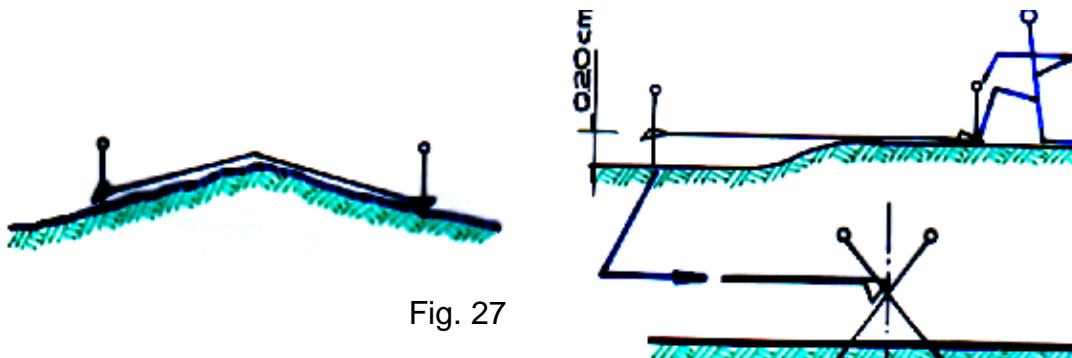


Fig. 27

± 2 mm y ± 1 cm

Es por ello que para evitar este error sistemático, el delantero sostiene elevada la manija (por ejemplo 20 cm. sobre el suelo, que sería la altura del supuesto obstáculo) mientras tensa la cinta tratando de que ésta permanezca lo más rectilínea posible. Es evidente que en tal circunstancia la ficha no quedará hincada en la vertical pasante por el borde de la manija, sino por delante o por detrás de la misma. Este error accidental producido por la falta de verticalización de la ficha que en general puede oscilar entre ± 2 mm y ± 1 cm según la naturaleza del suelo a lo largo de la línea, intencionalmente

despreciado por parte del operador, en razón de que su propagación es función de la raíz cuadrada del número de cintadas. De ahí que no se justifique tomar recaudos especiales, como podría ser la utilización de una plomada, por ejemplo. Ello evidenciaría claramente al analizar la propagación de los errores sistemáticos y accidentales, que pasamos a tratar.

8. PROPAGACION DE ERRORES SISTEMATICOS Y ACCIDENTALES

Como ya se ha expresado, en la medición directa de longitudes inciden fundamentalmente los errores sistemáticos, siendo el más dificultoso de evaluar el debido a la temperatura de la cinta (que incluso es variable a lo largo de la misma). Si se pretendiese medir con gran precisión, por ejemplo de 1:20.000, habría que evaluar dicha temperatura con una vacilación inferior a $\pm 5,0^{\circ}\text{C}$ (recuérdese que la incidencia es de $0,5 \text{ mm} / 1^{\circ}\text{C} / \text{cintada}$). A tal efecto tendría que adosarse a la cinta un termómetro metálico. Pero en la práctica topográfica se utilizan otros procedimientos cuando se requiere la mencionada precisión (por ejemplo el paraláctico o el electrónico, tratados en más adelante).

Para precisiones menores, entre 1:5.000 y 1:10.000, es posible utilizar la cinta de agrimensor con relativa comodidad, inclusive estimando "al tacto" la temperatura aproximada de la cinta, con plena conciencia de que el error residual resultante no afectará la precisión preestablecida. Este proceder expeditivo se aplica en la inmensa mayoría de los casos, lográndose gran celeridad en la medición.

Podemos expresar que la **propagación de errores para n cintadas**, será:

$$(*) \left\{ \begin{array}{l} \text{Error accidental total : } E_a = e_a \cdot \sqrt{n} \\ \text{Error sistemático total : } E_s = e_s \cdot n \end{array} \right.$$

Donde:

e_a = error accidental de una cintada

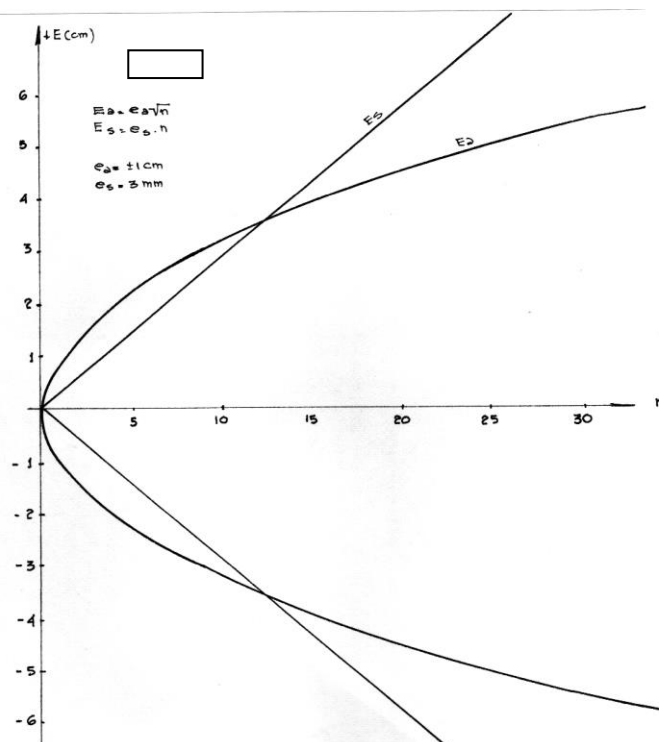
e_s = error sistemático de una cintada
(residual)

L = longitud a medir

l = longitud de la cinta

n = número de cintadas = L/l

Obsérvese que en general e_s será el error sistemático residual, ya que se supone que todos los errores sistemáticos han sido evaluados (dentro de una cierta vacilación, como en el caso ya citado de la temperatura) y consecuentemente anulados sus efectos en gran parte. La parte restante (o residual) será pequeña, y, aunque desconozcamos su signo, sabemos que la función de



su propagación será lineal, como se observa en la figura. En dicha gráfica hemos supuesto un error residual sistemático pequeño en relación al error accidental ($e_s = 3\text{mm}$; $e_a = \pm 1 \text{ cm}$).

Si se mide una longitud $L = n.l$, ($l = 50 \text{ m}$) el error medio total resultante de la propagación conjunta de los errores accidentales y sistemáticos estará dado por la siguiente expresión :

$$m_L = \sqrt{E_a^2 + E_s^2}$$

y según (*):

$$m_L = \sqrt{e_a^2 \cdot n + e_s^2 \cdot n^2} = \sqrt{\{e_a^2 \cdot L\}/l + \{e_s^2 \cdot L^2/l^2\}}$$

Los valores de e_a^2/l y de e_s^2/l^2 se determinan experimentalmente, en distintos tipos de terreno. Extrayendo del radical la parte común de ambos, se llega a la expresión:

$$m_L = K \sqrt{A L + B L^2}$$

Para las tolerancias, como es sabido, en general se adopta el valor : $T_L \cong 3 m_L$

Obsérvese que la gráfica se ha dibujado en concordancia con los valores del subradical de la expresión de la Tolerancia para Zonas urbanas y suburbanas. En efecto, para distintos valores de L, resultan los siguientes para el subradical :

L	Parte Accidental 0,3 L	Parte Sistemática 0,0005 L ²
100 m	30	5
600 m	180	180
1.000 m	300	500
5.000 m	1.500	12.500

O sea que dichas expresiones de Tolerancias implican adoptar, para una cintada, una incidencia del error sistemático igual al 30% del error accidental.

De la observación del cuadro de valores precedente (y de la gráfica) surge que para valores de "L" hasta de 600 m ($n \leq 12$) prevalece la influencia del error accidental. Luego comienza a predominar la del error sistemático, en forma muy significativa a medida que aumenta la longitud "L".

A continuación se especifican las tolerancias fijadas por el Reglamento Nacional de Mensuras, para distintas zonas y condiciones del terreno ("L" y "T" expresadas en metros):

ZONA	Condiciones	Tolerancia (T)
Urbana	Favorables	$0,015 \sqrt{0,3L + 0,0005 L^2}$
	Desfavorables	$0,02 \sqrt{0,3L + 0,0005 L^2}$
Suburbana	Favorables	$0,02 \sqrt{0,3L + 0,0005 L^2}$
	Desfavorables	$0,03 \sqrt{0,3L + 0,0005 L^2}$
Rural	Favorables	$0,01 \sqrt{1,5L + 0,003 L^2}$
	Desfavorables	$0,015 \sqrt{1,5L + 0,003 L^2}$
	Muy desfavorable	$0,02 \sqrt{1,5L + 0,003 L^2}$

Según las Instrucciones Generales para Agrimensores de la Dirección de Geodesia de la Pcia. de Bs. As.

Instrucciones Generales para Agrimensores (parcial)

TOLERANCIAS

Artículo 40º: Se admitirán las siguientes tolerancias, en las que:

T= Tolerancia máxima y L = Longitud horizontal en metros.

- Para poligonaciones principales o de rodeo en zonas urbanas o en límites de partido:

$$T = 0,015 (0,3 L + 0,0005 L^2)^{1/2}$$

- Para poligonaciones principales, o de rodeo en zonas de quintas y chacras, o internas en las de rodeo en zonas urbanas:

$$T = 0,020 (0,3 L + 0,0005 L^2)^{1/2}$$

- Para polígonos rurales, en condiciones normales:

$$T = 0,01 (1,5 L + 0,003 L^2)^{1/2}$$

- Para polígonos rurales en condiciones difíciles (costas, arroyos, ríos, lagunas, montes, basados sierras, etc.):

$$T = 0,015 (1,5 L + 0,003 L^2)^{1/2}$$

- Para las mediciones en los frentes de manzana:

$$T = 0,01 (0,3 L + 0,0005 L^2)^{1/2}$$

- Para mediciones en el interior de las manzanas:

$$T = 0,03 (0,3 L + 0,0005 L^2)^{1/2}$$

Artículo 41º: Se considerarán mal medidos los ángulos internos de una poligonación cerrada si la suma de los ángulos arroja sobre $180 \times (n-2)$ una cantidad que exceda de:

30" (n)^{1/2} para polígonos principales o de rodeo.

60" (n)^{1/2} para poligonaciones secundarias internas.

n = número de los vértices.

Artículo 42º: El error de cierre E para las proyecciones se hallará aplicando la siguiente fórmula:

$$E = (dx^2 + dy^2)^{1/2}$$

donde dx y dy representan la diferencia entre la suma de ordenadas y abscisas positivas y negativas, y en la que E debe ser menor que la tolerancia T respectiva, considerando el perímetro total.

Artículo 43º: En las operaciones de carácter especial, o cuando deban efectuarse observaciones astronómicas, la Dirección de Geodesia y Catastro fijará en cada caso, al establecer las instrucciones especiales, la precisión con que deba procederse.

DISPOSICIONES PENALES

Artículo 65º: Toda vez que la Dirección de Geodesia y Catastro compruebe en las mensuras que se practiquen después de aprobado este Reglamento, que el perito ha procedido de mala fe, alterado los hechos, o procedido a sabiendas y sin justificativo en contra de las Presentes Instrucciones, hará la comunicación correspondiente al Consejo Profesional de la Ingeniería a fin de que tome la intervención que le confiere la Ley 4.538.

Artículo 66º: Cuando a un agrimensor se le emplace para efectuar alguna rectificación y el término acordado venza sin que la haya hecho, la Dirección de Geodesia y Catastro no le dará instrucciones para nuevas operaciones hasta que cumpla lo ordenado.

9. ERROR RELATIVO EN LA MEDICION CON CINTA

De las expresiones (*) que transcribimos:

$$\text{Error accidental total : } E_a = e_a \cdot \sqrt{n}$$

$$\text{Error sistemático total : } E_s = e_s \cdot n$$

Surge que los errores relativos sistemático y accidental de la longitud total "L" serán respectivamente:

$$\varepsilon_{Ls} = E_s / L = (e_s \cdot n) / (n \cdot l) = e_s / l = \varepsilon_s \quad (1)$$

$$\varepsilon_{La} = E_a / L = (e_a \cdot \sqrt{n}) / (n \cdot l) = e_a / (l \cdot \sqrt{n}) = \varepsilon_a / \sqrt{n} \quad (2)$$

La (1) indica que el error relativo sistemático del lado "L" es igual al error relativo sistemático de una cintada; y por tanto su valor es independiente del número "n" de cintadas (o del valor de "L").

La (2) expresa que el error relativo accidental del lado "L" es igual al error relativo accidental de una cintada dividida por \sqrt{n} .

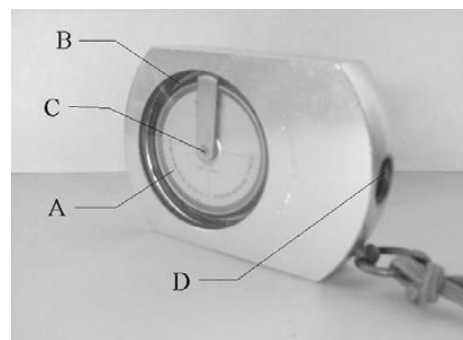
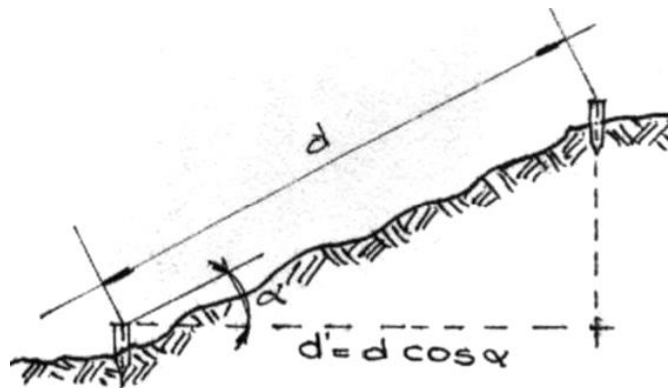
Es evidente que al crecer n el valor de dicho error tiende a ser insignificante. Se ve claramente ahora por qué indicamos al comienzo que en la medición directa de longitudes es mucho más importante la incidencia de los errores sistemáticos, en razón de su dificultosa evaluación, sobre todo el producido por la temperatura. En cambio, nos despreciamos del accidental, sobre todo tratándose de longitudes largas.

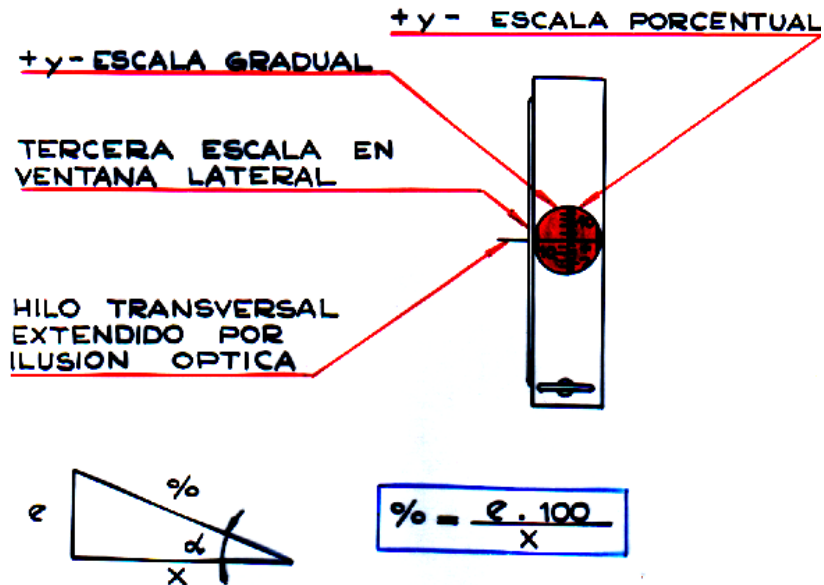
10. MEDICION EN PENDIENTE

Recordemos nuevamente que la superficie de representación adoptada es un plano horizontal.

Por lo tanto, si se presenta la necesidad de medir una distancia entre dos puntos que se encuentren a distinta altura, será necesario determinar la proyección horizontal de la distancia inclinada que podemos medir.

El ángulo α puede medirse con un inclinómetro o clisímetro o eclímetro, que son aparatos de construcción muy sencilla, que nos permiten medir indistintamente el ángulo de altura o depresión $\pm \alpha$ y la pendiente $\pm i$ del terreno.

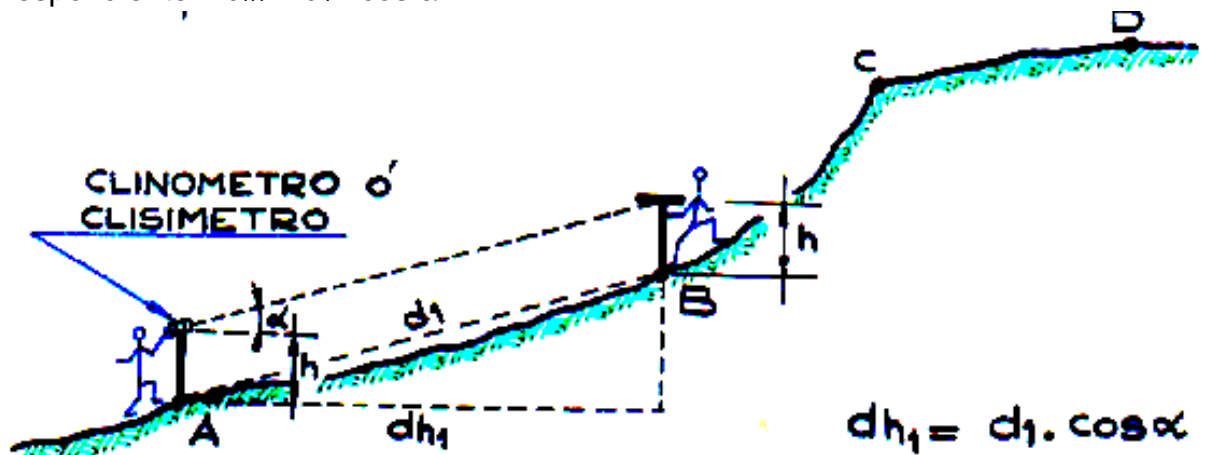




Con ellos se pueden apreciar valores enteros de pendiente o ángulo de altura y estimar la mitad de esas divisiones.

El modo de operar con ellos es el siguiente: Supongamos que se quiere medir la distancia AD, compuesta de tres tramos AB, BC y CD de distinta pendiente cada uno. Se inicia la medición colocándose el operador en el punto A, sosteniendo en su mano el eclímetro, y su ayudante en el punto de quiebre de pendiente sosteniendo un jalón o señal con una regleta colocada horizontalmente a la misma altura (distancia al suelo) que a la que se encuentra el ojo del operador.

Bisectando esa señal con el eclímetro, el operador podrá determinar el ángulo de inclinación de la visual paralela al terreno. Midiendo la distancia entre los extremos de ese tramo de pendiente se podrá luego calcular fácilmente la proyección horizontal correspondiente.: $dh_1 = d_1 \cdot \cos \alpha$

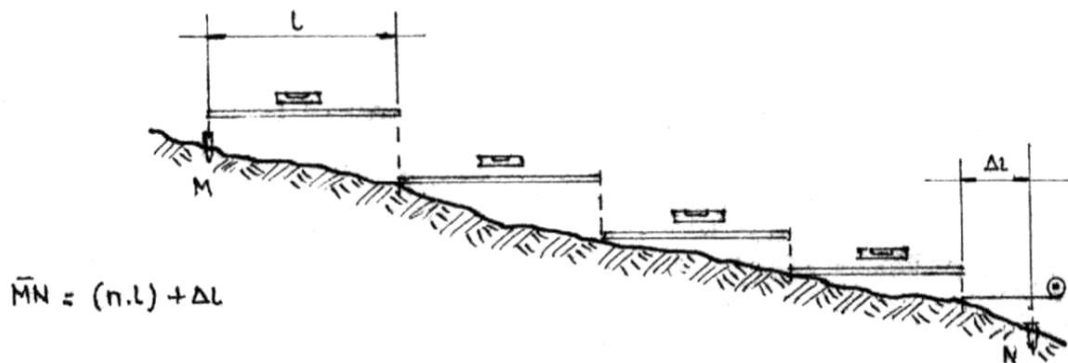


Procediendo de la misma manera en todos los sectores de distinta pendiente que componen el lado a medir y sumando sus respectivas proyecciones horizontales, se tendrá la proyección horizontal del mismo.

Si se requiere una precisión muy elevada en la obtención de la proyección horizontal se miden los ángulos de altura con el teodolito, instrumento que se estudiará con todo detalle en el desarrollo de Curso.

En el caso de no disponer de ninguno de los instrumentos mencionados, se puede medir la distancia inclinada descomponiéndola en resaltos horizontales de igual longitud que la regla de que se disponga.

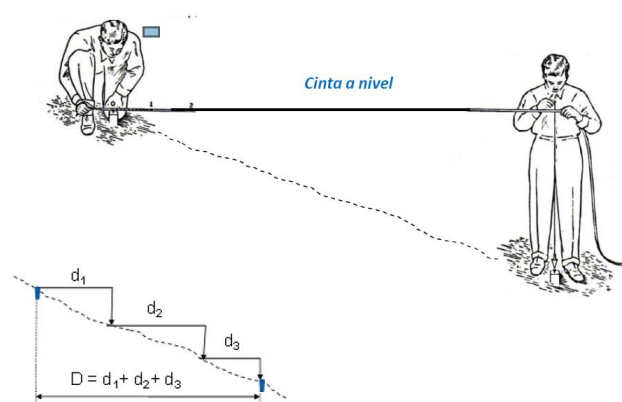
El procedimiento también es muy sencillo y se puede desarrollar de acuerdo al siguiente esquema:



Se apoya el extremo de la regla de longitud conocida sobre la estaca de arranque y con un nivel de burbuja sencillo (tipo albañil) se horizontaliza. Con una plomada se señala sobre el terreno la proyección del otro extremo de la regla. Se repite este procedimiento todas las veces que fuera necesario y el resto se mide directamente con una cinta.

Estos procedimientos de medición en pendiente serán utilizados únicamente cuando la inclinación del terreno provoque diferencias apreciables en la medición, que puedan distorsionar los resultados, haciéndolos quedar fuera de las tolerancias fijadas. Téngase en cuenta que cuando se trata de terrenos fuertemente ondulados, las tolerancias son mucho más amplias.

Se puede también medir la distancia inclinada descomponiéndola en resaltos horizontales de igual longitud con la cinta horizontal y la ayuda de una plomada.



Errores Groseros

- Confundir marcas en el terreno
- Error de lectura
- Error de anotación
- Errores aritméticos al sumar distancias parciales